Os minerais do grupo do Epidoto.

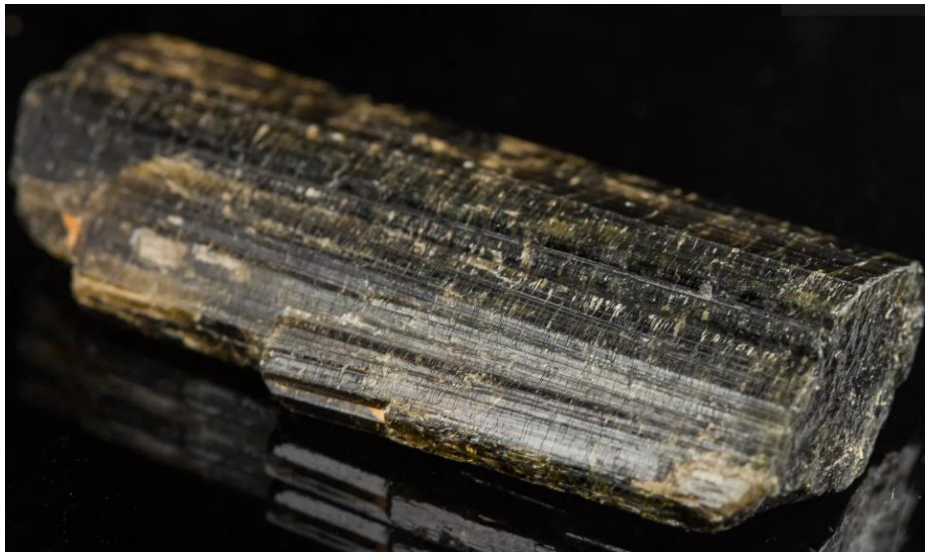
- David Glotz

Grupo do Epidoto:

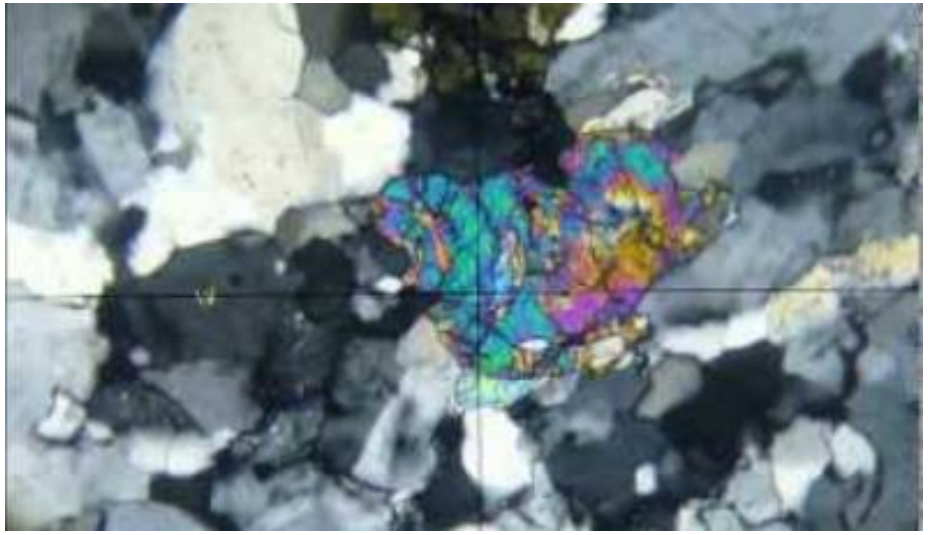
- Grupo mais importante dos **sorossilicatos**, composto de vários minerais isoestruturais monoclínico (**clinozoisita, epidoto, allanita**) e um que pode ser descrito como polimorfo (a **zoisita**, de mesma composição que a clinozoisita mas ortorrômbico). Este grupo está formado por complexos silicatos de Al e Ca possuindo fórmula geral: **$X_2Y_3O(SiO_4)(Si_2O_7)(OH)$**.
- Os minerais possuem uma complexa estrutura de cadeias de octaedros de AlO_6 e $AlO_4(OH)_2$, unidos por grupos de SiO_4 e Si_2O_7 isolados; e apresenta duas espécies iônicas (X e Y) na rede cristalina.
- A **allanita** é usualmente encontrada alterada pelo processo de **metamictização (**processo no qual a **estrutura cristalina de um mineral é destruída internamente** devido à **radioatividade natural** presente nos seus próprios átomos.
  O mineral **vira amorfo/parcialmente amorfo**, mas **mantém sua aparência externa cristalina**.)
- Além disso, no grupo do epidoto também temos a **piemontita. Um** mineral monoclínico com fórmula química $Ca_2(Al, Mn^{3+}, Fe^{3+})_3O(OH)$. Possui uma cor rosa/vermelha a marrom-avermelhada ou vermelho-preta. O Mn é responsavel pela sua cor rosa/vermelha.

• Epidoto:

- Composição: $Ca_2(Al,Fe^{3+})_3Si_3O_{12}(OH)$
- O **Fe^{3+} dá sua cor verde característica.**



- **Sistema cristalino:** monoclínico
- Estrutura: cadeias duplas de tetraedros de Si com Ca e Al/Fe^{3+} em octaedros
- Possui **clivagem perfeita** em uma direção
- Hábito: prismático, granular, maciço



Cor e aspecto

- **Cor:** verde ''pistache'', verde escuro, verde amarelado
- **Brilho:** vítreo a resinoso
- **Transparência:** translúcido a opaco
- o aumento de Fe^{3+} na composiçao pode escurecer a cor

Propriedades físicas

- **Dureza (Mohs):** 6–7
- **Densidade:** 3,3–3,5 g/cm^3
- **Clivagem:** perfeita em um plano
- **Fratura:** irregular

- Propriedades ópticas (lâmina delgada)
- **Pleocroísmo:** forte (verde claro → verde escuro)
- **Birrefringência:** moderada (δ = 0,019–0,039)
- **Cores de interferência:** 1ª a 2ª ordem
- **Extinção:** oblíqua
- **Sinal óptico:** biaxial positivo

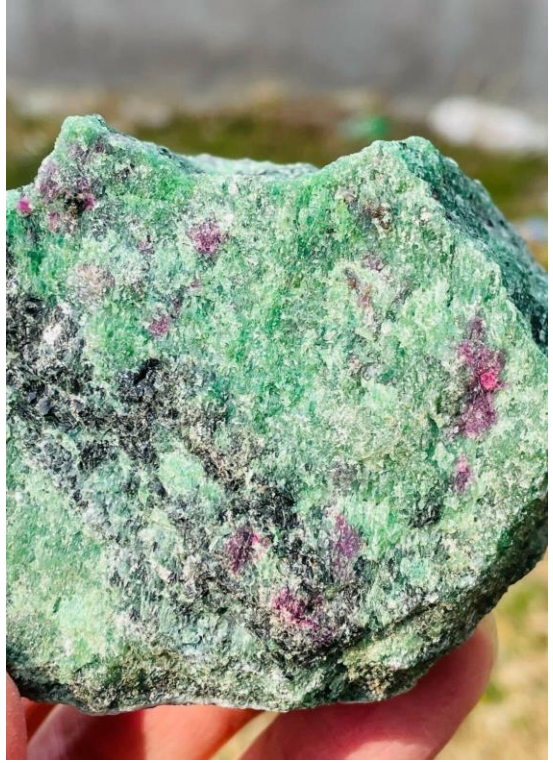
- Ocorrência geológica
- **Rochas metamórficas:**
  - Anfibolitos
  - Xistos verdes
  - Gnaisses ricos em Ca-Al
- **Rochas ígneas:**
  - Granitos alcalinos (como fase acessória)
- **Associados típicos:**
  - Plagioclásio
  - Quartzo
  - Granadas
  - Biotita
  - Clinozoisita/Zoisita

- **indicador de fácies xisto verde** (baixo a médio grau)
- Forma-se por **substituição de plagioclásio e Ca-Al silicatados**:

  $$Plagioclásio + Ca{-}Al\ silicatado \rightarrow Epidoto + Quartzo + Água$$

- Em graus mais altos de metamorfismo, pode coexistir com granada e clinozoisita

• Zoisita:



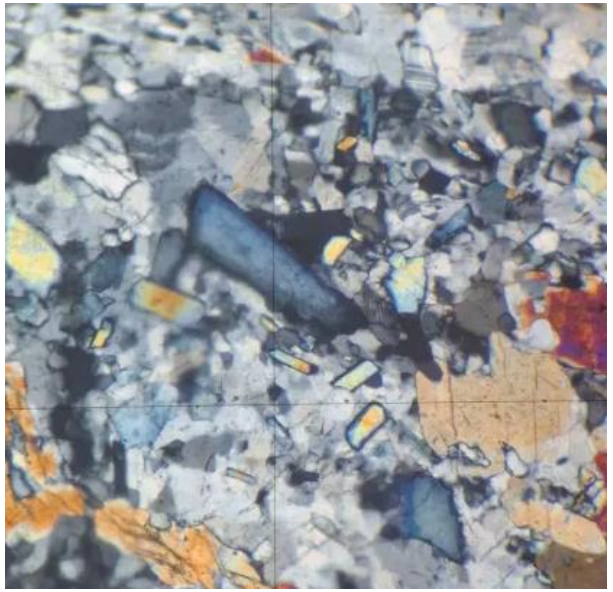
- **<u>metamorfismo regional</u>...** rochas **máficas e ultramáficas metamorfizadas**.

- Composição: $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$

- Ortorrômbica

- Estrutura simiar a do epidoto, mas **sem Fe^{3+} significativo**.

Pensando nisso... faz sentido a zoisita ser geralmente **incolor a clara**.



- **Cor:** incolor, branco, cinza claro, verde muito pálido
- **Variedades:**
- **Tanzanita** (zoisita azul-violeta, variedade gemológica), Zoisita verde
- **Brilho:** vítreo
- **Hábito:** prismático ou granular

- Propriedades físicas
- **Dureza (Mohs):** 6–6,5
- **Densidade:** ~3,2–3,4 g/cm^3
- **Clivagem:** perfeita em uma direção
- **Fratura:** irregular
-
- Propriedades ópticas (lâmina delgada)

- **Pleocroísmo:** fraco a ausente
- **Birrefringência:** moderada
- **Cores de interferência:** 1ª a 2ª ordem
- **Extinção: reta** (diagnóstica)
- **Sinal óptico:** biaxial positivo
- A **extinção reta** ajuda a diferenciar zoisita de:
- epidoto
- clinozoisita (extinção oblíqua)

Ocorrência geológica:
A zoisita é típica de **metamorfismo regional**:

Ambientes comuns
- **Fácies xisto verde**
- **Fácies anfibolito inferior**

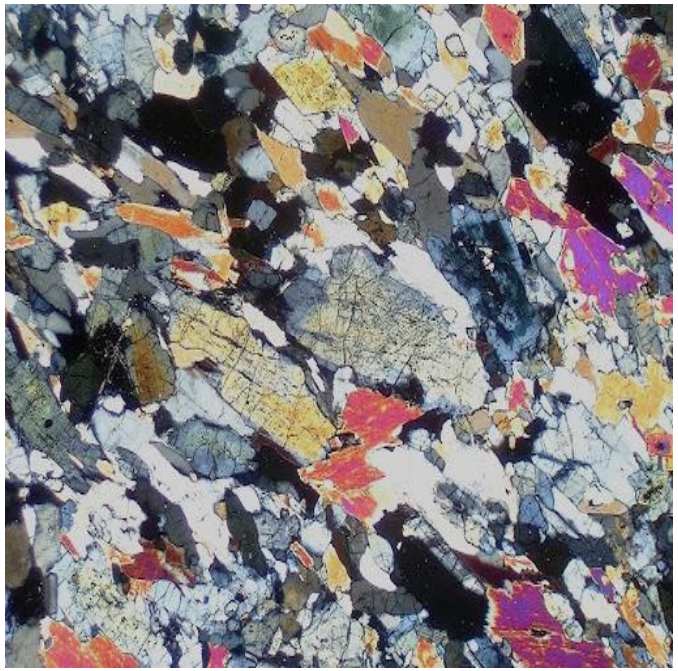
Rochas típicas
- Anfibolitos
- Metabasaltos
- Metagabros
- Xistos cálcio-aluminosos

Minerais associados
- anfibólios (actinolita, hornblenda)
- plagioclásio
- granada
- clorita
- quartzo

- Mineral de baixo a médio grau metamórfico

• Clinozoisita:

- Composição: $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$
- Monoclínica
- Pode ocorrer de conter **traços de Fe^{3+} (a presença de pouco ferro influencia sua cor mais rosada/clara)**



- **Cor:** geralmente incolor, branca,rosa claro, verde muito clara
- **Brilho:** vítreo
- **Hábito:** prismático ou granular

- Propriedades físicas
- **Dureza (Mohs):** 6–6,5
- **Densidade:** ~3,2–3,4 g/cm^3
- **Clivagem:** perfeita em uma direção
- **Fratura:** irregular
-

- Propriedades ópticas (lâmina delgada)
- **Pleocroísmo:** fraco, quase ausente
- **Birrefringência:** moderada
- **Cores de interferência:** 1ª a 2ª ordem
- **Extinção: oblíqua** (ponto-chave para diferenciar de zoisita, que tem extinção reta)
- **Sinal óptico:** biaxial positivo
- **Extinção oblíqua: Se diferencia da Zoisita que possui extinção reta.**

Ocorrência geológica

- Frequente em **rochas metamórficas de médio a alto grau**:
- Xistos cálcio-aluminosos
- Gnaisses ricos em cálcio
- Metabasaltos metamorfizados
- Associada a:

- epidoto
- granada
- quartzo
- anfibólio

- **metamorfismo regional... fácies xisto verde a anfibolito inferior**.

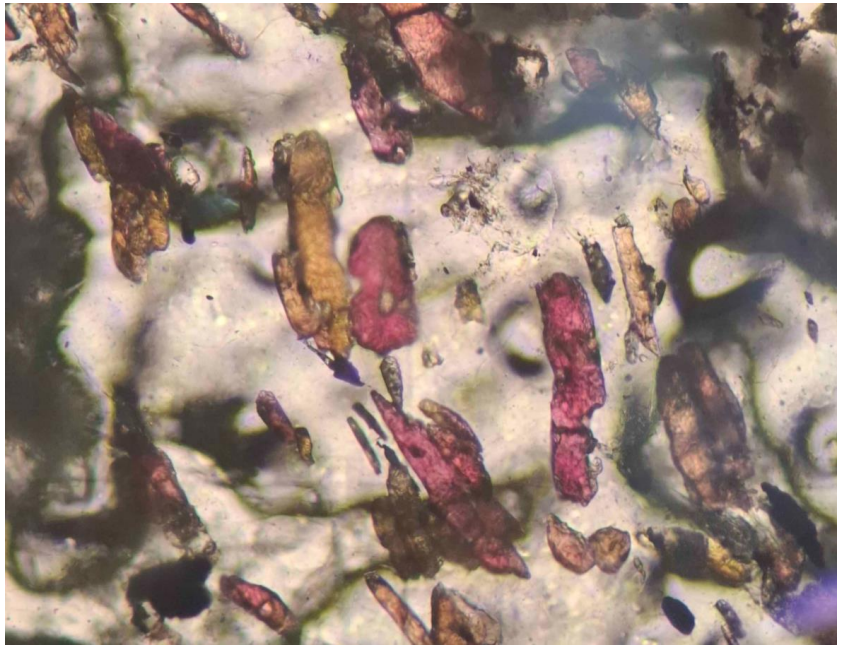
- **indicador de protólito rico em Ca-Al**, comumente sedimentar.

• Piemontita (Piedmontita)

- Se diferencia do epidoto padrão pela substituição de Al^{3+} por Mn^{3+} esse é o responsável pela sua cor característica rósea/avermelhada

- Composição: $Ca_2(Al,Mn^{3+})_3Si_3O_{12}(OH)$

- **Traço:** branco a rosado
- **Brilho:** vítreo
- **Hábito:** prismático ou granular
- **Clivagem:** perfeita em uma direção (paralela a {001}, como nos epidotos)



Propriedades físicas

- **Sistema cristalino:** monoclínico
- **Dureza (Mohs):** 6–6,5
- **Densidade:** ~3,4–3,5 g/cm^3
- **Fratura:** irregular a subconchoidal

- Propriedades ópticas (lâmina delgada):
- **Birrefringência:** moderada a alta
- **Pleocroísmo: forte... tonalidades de**:
  - rosa/vermelho/marrom
- **Cores de interferência:** altas (2ª a 3ª ordem)
- **Extinção:** oblíqua
- **Sinal óptico:** geralmente **biaxial positivo**

*** Ocorrência geológica:**

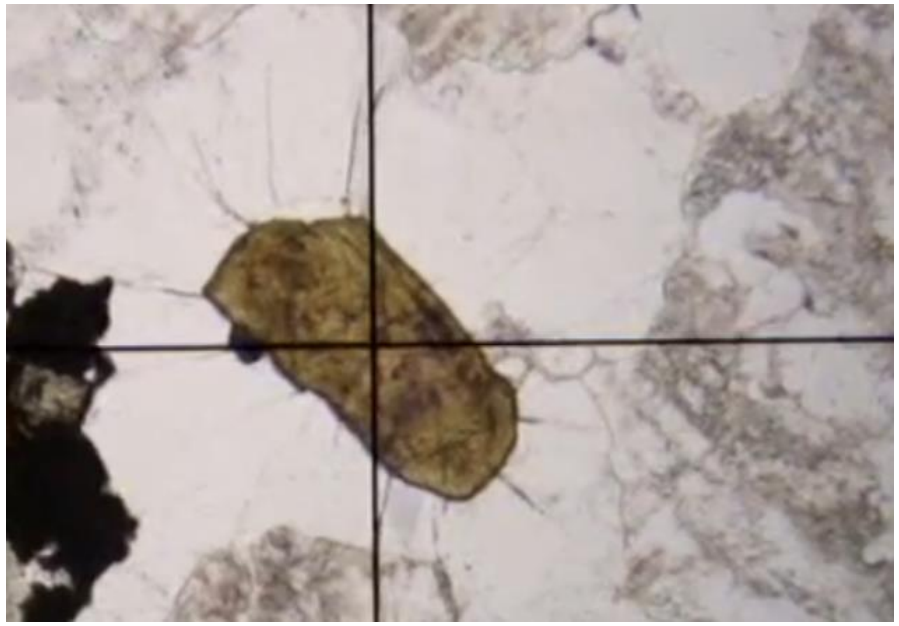
A piemontita é típica de **ambientes metamórficos ricos em manganês**:

- Metamorfismo de **baixo a médio grau**
- Rochas comuns:
- xistos manganesíferos
- quartzitos manganesíferos
- metacherts

- **Associações minerais comuns:**
- quartzo
- granada manganesífera (espessartita)
- anfibólios manganesíferos
- óxidos de Mn

- **Observação: A piemontita é típica de rochas metamórficas com protólito sedimentar, principalmente** porque **o manganês (Mn)** necessário para formá-la **se concentra com facilidade muitor maior em ambientes sedimentares do que ígneos**.

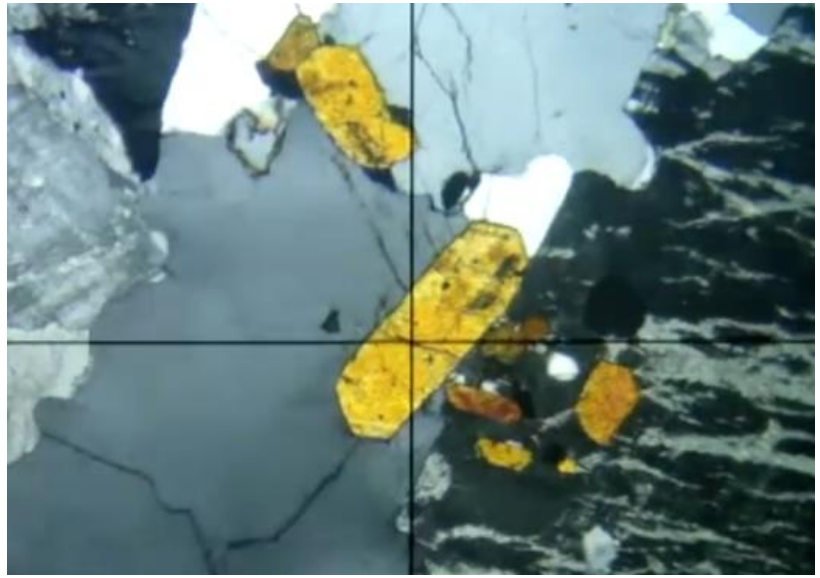
- # Allanita:



- Composição Geral: $Ca_2(Al,Fe^{3+})_2(ETR,Th)Si_3O_{12}(OH)$

•Apresenta elementos terras raras (**ETR**) na composição. **Ce^{3+}** (allanita-(Ce), **La^{3+}, Nd^{3+}**
•**... Th e U** em menores quantidades.

•Substituições de Ca2++Al3+ por ETR3++Fe2+



- **Cor:** marrom escuro, preto, castanho, às vezes esverdeado
- **Brilho:** vítreo a resinoso
- **Hábito:** prismático, granular ou maciço
- **Traço:** esverdeado a acastanhado

Não é incomum parecer **opaca ou "suja"** em lâmina delgada.

- Propriedades físicas:
- **Sistema cristalino:** monoclínico
- **Dureza:** 5,5–6
- **Densidade:** alta (3,5–4,2 g/cm^3), devido às ETR e Th
- **Clivagem:** boa
- Propriedades ópticas (lâmina delgada):
- **Pleocroísmo:** muito forte (amarelo → marrom → preto)
- **Cores de interferência:** geralmente **baixas ou anômalas**
- **Birrefringência:** reduzida pela metamictização
- **Extinção:** oblíqua
- **Sinal óptico:** biaxial (+ ou −, variável)
- Em casos extremos, pode parecer **quase isotrópica**, mesmo sendo do sistema monoclínico.
- Metamictização (ponto-chave!)
- A allanita frequentemente é **metamíctica** devido à presença de:
- **Th^{4+}**
- **U^{4+}**
- A radiação danifica a rede cristalina ao longo do tempo, causando:
- diminuição da birrefringência
- aspecto turvo ou escuro
- perda parcial da estrutura cristalina

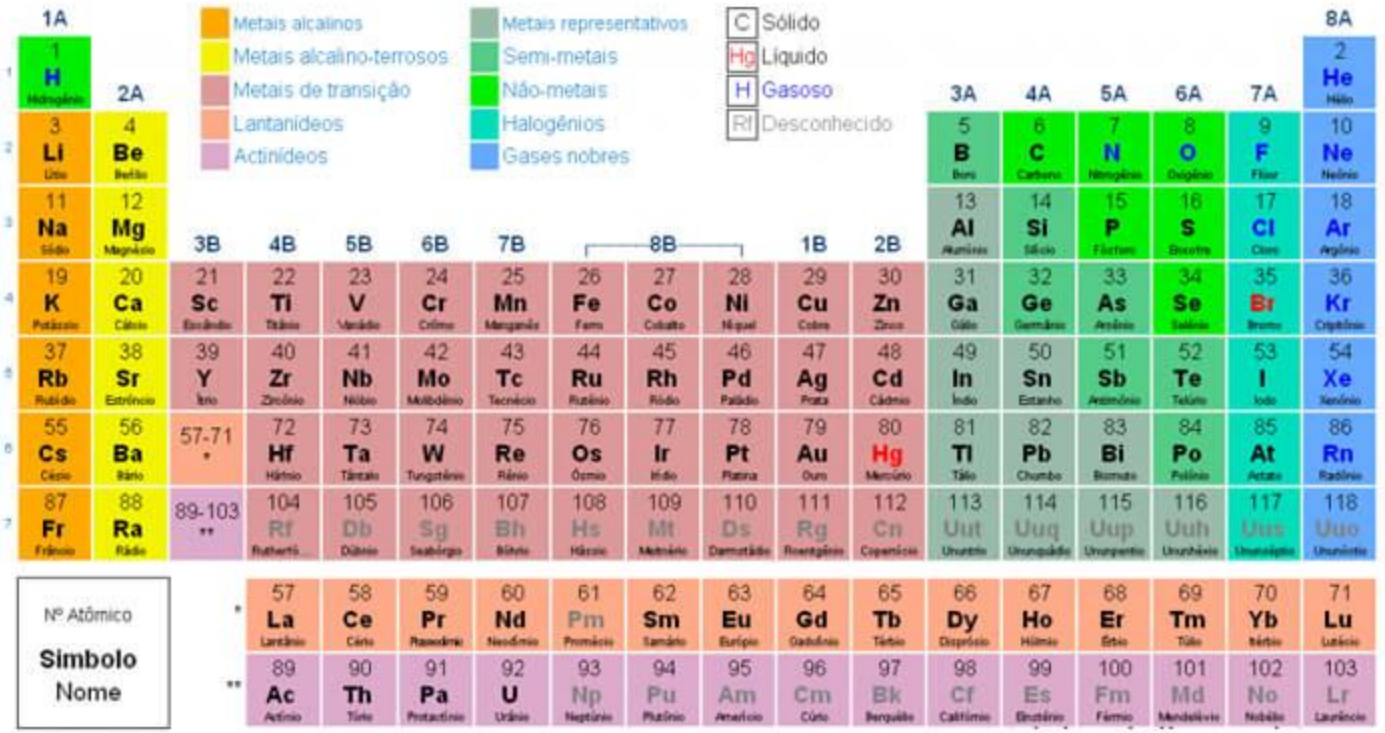
- Ocorrência geológica
- Rochas ígneas
- Granitos
- Granodioritos
- Dioritos

Ocorre como mineral **acessório**, mas importante

- Rochas metamórficas
- Gnaisses
- Xistos
- Anfibolitos
  Associada a:
- epidoto
- granada
- biotita
- hornblenda
- Observação: Ocorre mais comumente em rochas **félsicas a intermediárias**.

- Pode ser usada em **datação U–Th–Pb**
- Registra eventos:
  - magmáticos
  - metamórficos
- Importante reservatório de **ETR em rochas crustais**
- ** Metamictização pode dificultar datações... É necessario tratamento analítico cuidadoso.

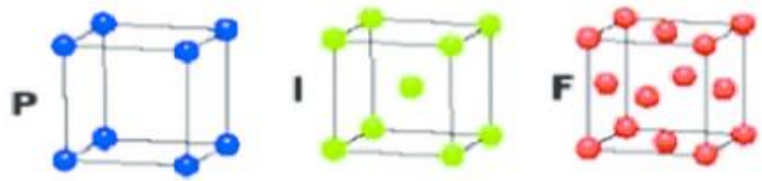
- Material para consulta:



1 - Talco
2 - Gesso
3 - Calcite
4 - Fluorite
5 - Apatite
6 - Ortóclase
7 - Quartzo
8 - Topázio
9 - Corindo
10 - Diamante

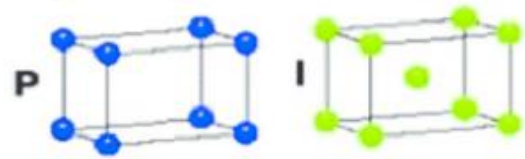
CÚBICO

$a = b = c$
$\alpha = \beta = \gamma = 90°$



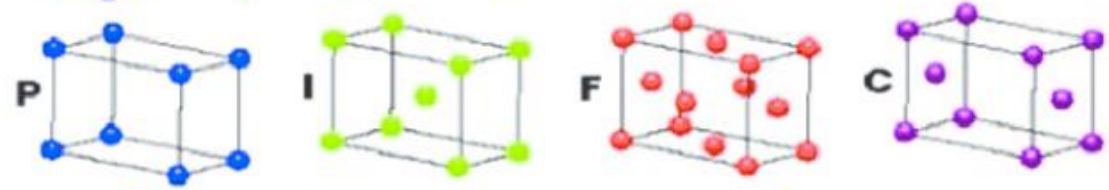
TETRAGONAL

$a = b \neq c$
$\alpha = \beta = \gamma = 90°$



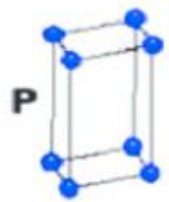
ORTORRÓMBICO

$a \neq b \neq c$
$\alpha = \beta = \gamma = 90°$



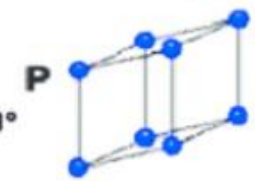
HEXAGONAL

$\alpha = \beta = 90°$
$\gamma = 120°$



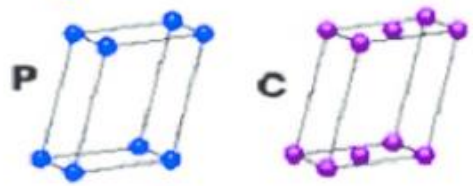
TRIGONAL

$a = b = c$
$\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$



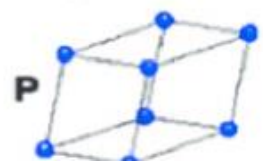
MONOCLÍNICO

$a \neq b \neq c$
$\alpha = \gamma = 90°$
$\beta \neq 120°$



TRICLÍNICO

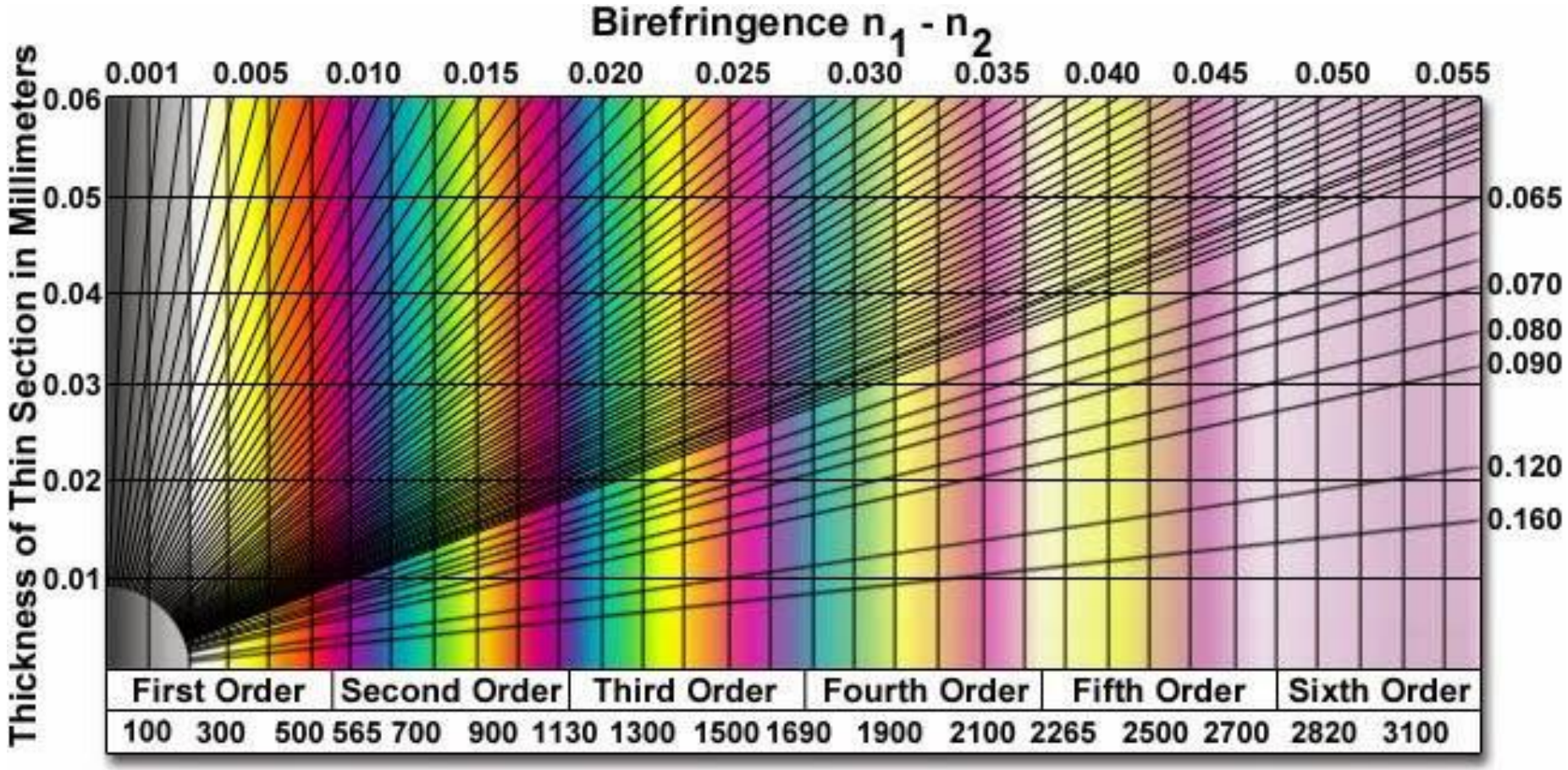
$a \neq b \neq c$
$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$

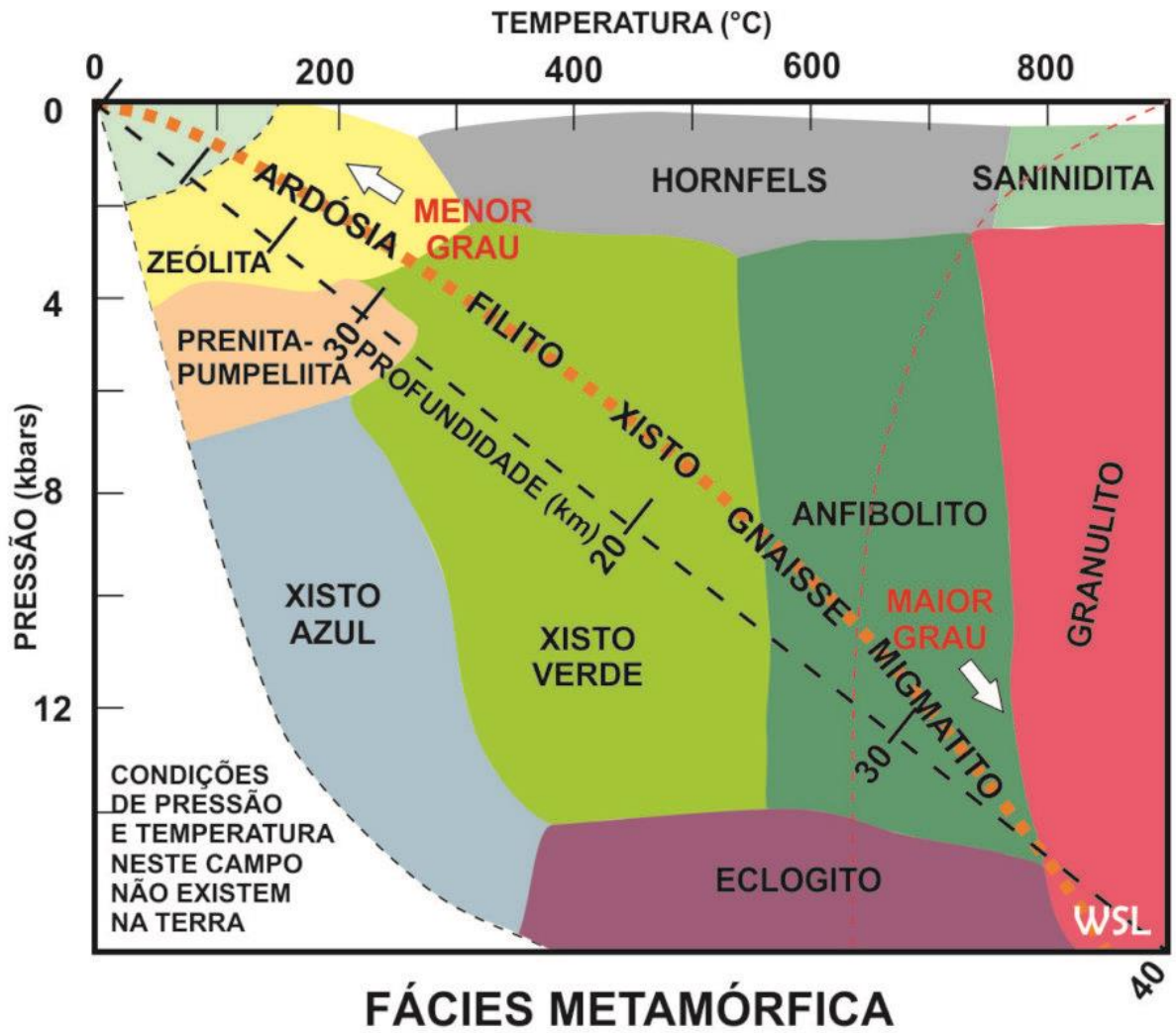


Tipos de celdas:

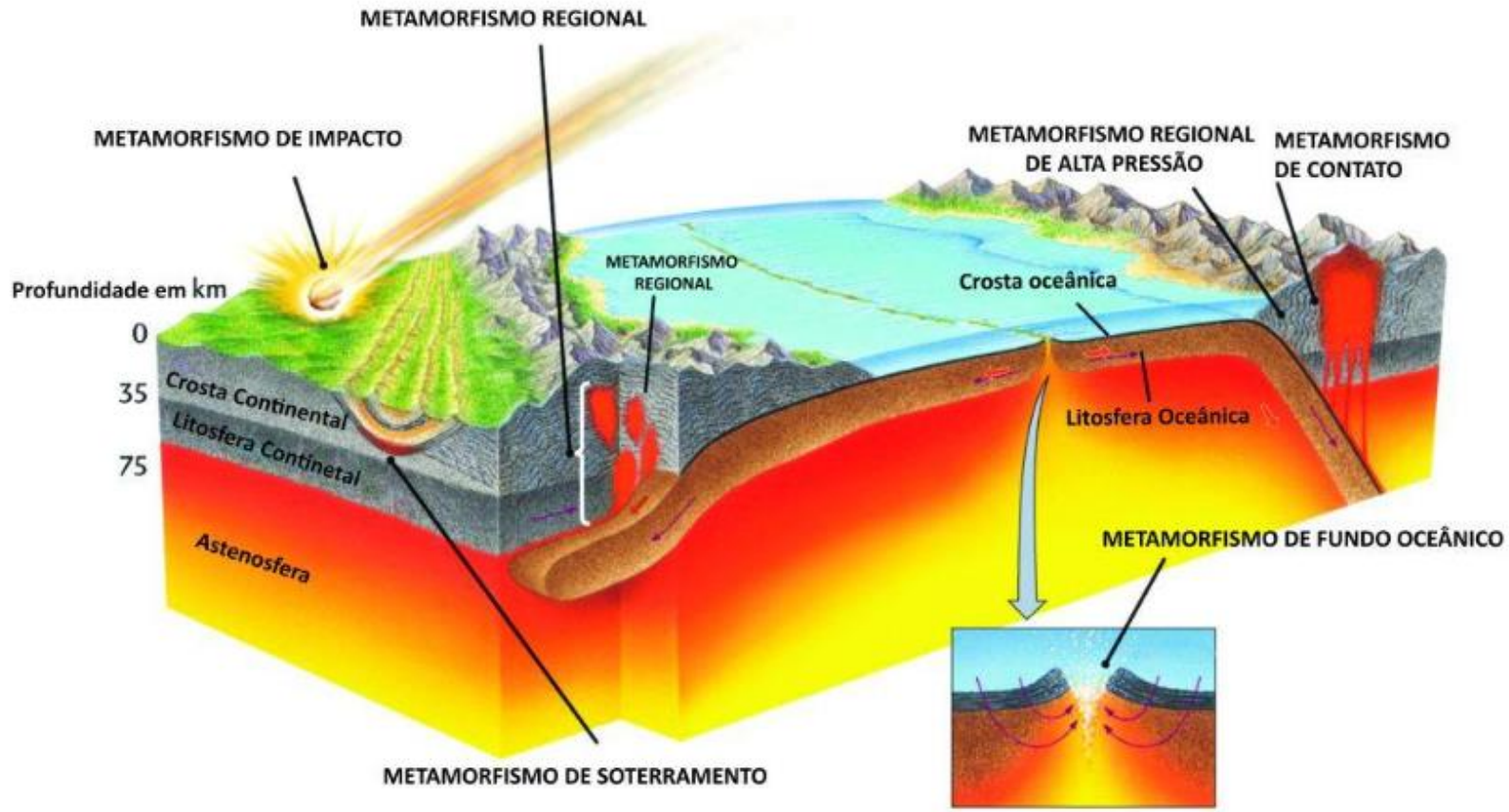
P = Primitiva
I = Centrada en interior
F = Centrada en todas las caras
C = Centrada en dos caras

14 redes de Bravais


Birefringence $n_1 - n_2$
0.001
0.005
0.010
0.015
0.020
0.025
0.030
0.035
0.040
0.045
0.050
0.055
Thickness of Thin Section in Millimeters
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0.065
0.070
0.080
0.090
0.120
0.160
First Order
Second Order
Third Order
Fourth Order
Fifth Order
Sixth Order
100 300 500 565 700 900 1130 1300 1500 1690 1900 2100 2265 2500 2700 2820 3100



FÁCIES METAMÓRFICA


METAMORFISMO REGIONAL
METAMORFISMO DE IMPACTO
METAMORFISMO REGIONAL DE ALTA PRESSÃO
METAMORFISMO DE CONTATO
Profundidade em km
0
35
75
Crosta Continental
Litosfera Continetal
Astenosfera
METAMORFISMO REGIONAL
Crosta oceânica
Litosfera Oceânica
METAMORFISMO DE FUNDO OCEÂNICO
METAMORFISMO DE SOTERRAMENTO

Referências:

- **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto de Geociências.** Epidoto. *Minerais – Silicatos – Sorossilicatos*. Disponível em: https://didatico.igc.usp.br/minerais/silicatos/sorossilicatos/epidoto/. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **STREKEISEN, Alex.** Zoisite. *Alex Strekeisen – Metamorphic Rocks*. Disponível em: https://www.alexstrekeisen.it/english/meta/zoisite.php. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **WIKIPEDIA.** Piemontita. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Disponível em: https://es.wikipedia.org/wiki/Piemontita. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **MINERALOGÍA ÓPTICA.** Clinozoisita. Disponível em: http://www.mineralogiaoptica.es/clinozoisita.html. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **EDUCAÇÃO NA MÃO.** Tabela periódica completa atualizada. Disponível em: https://www.educacaonamao.com.br/tabela-periodica-completa-atualizada/. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **FACEBOOK.** Fotografia publicada por usuário da plataforma Facebook. Disponível em: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1850065383286 49&id=184961718333131&set=a.185003744995595. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **JARDIM GEOLÓGICO.** O microscópio petrográfico – Parte 3. Disponível em: https://jardimgeologico.blogspot.com/2015/02/o-microscopio-petrografico-parte-3.html. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **RESEARCHGATE.** Figura 3 – Sistemas cristalinos. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Sistemas-cristalinos_fig8_310145664. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **PHOENIX GEOLOGIA.** Os tipos de rochas. Disponível em: https://phoenix.org.br/os-tipos-de-rochas/. Acesso em: 15 dez. 2025.
- **I GEOLÓGICO.** Rochas metamórficas: como se formam, tipos e processos de metamorfismo. Disponível em: https://igeologico.com.br/rochas-metamorficas-como-se-formam-tipos-e-processos-de-metamorfismo/. Acesso em: 15 dez. 2025.

- **KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara.** *Manual of Mineral Science (after Dana)*. 23. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.
- **NESSE, William D.** *Introduction to Mineralogy*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2012.
- **NESSE, William D.** *Optical Mineralogy*. 3. ed. New York: Oxford University Press, 2008.